

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-329962

(P2000-329962A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 6/28

識別記号

F I

G 0 2 B 6/28

テーマコード (参考)

P

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-283565

(22) 出願日 平成11年10月4日 (1999. 10. 4)

(31) 優先権主張番号 特願平11-70198

(32) 優先日 平成11年3月16日 (1999. 3. 16)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 浜田 勉

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ

クなかい富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 ▲高▼梨 紀

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ

クなかい富士ゼロックス株式会社内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

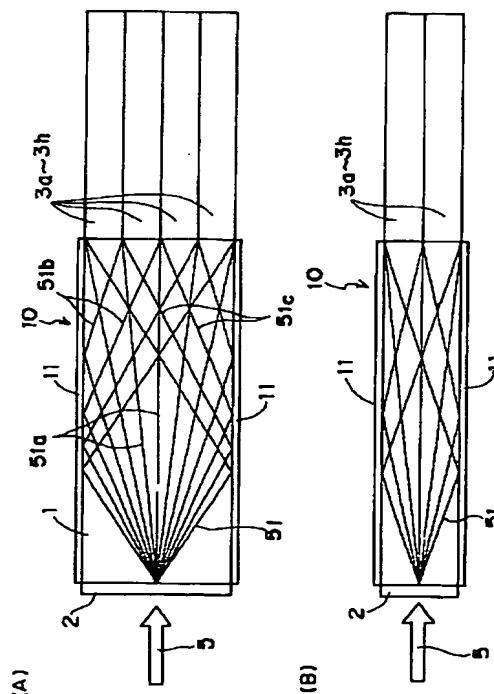
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光分岐装置及びこれを用いた光バス回路

(57) 【要約】

【課題】 透光性媒体の長さを長くすることなく各光ファイバに対する分岐比率を概ね均一にすることができ、しかも構成の簡素化を図ることができる光分岐装置等を得る。

【解決手段】 導光媒体1の入射側の端面には、出射側の端面の形状に合わせて拡散特性における広がり角を制御する光拡散層2が設けられている。光拡散層2によって拡散された拡散信号光51は直接入射光51aと全反射入射光51b、51cとが重なって光ファイバ3bへ入射される。他の光ファイバ3a、3c~3hについても同様である。よって、透光性媒体1の長さを長くすることなく各光ファイバ3a~3hに対する分岐比率を概ね均一にすることができ、しかも構成の簡素化を図ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透光性媒体に入射された信号光を複数の光伝送線路に分岐させる光分岐装置であって、前記透光性媒体の入射側の端面に光拡散部を設け、当該光拡散部の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体の出射側の端面の形状に合わせて制御した、ことを特徴とする光分岐装置。

【請求項 2】 前記光拡散部の拡散特性における広がり角を、前記光伝送線路の開口数に対応して決まる損失のない所定角度以下に設定した、ことを特徴とする請求項 1 に記載の光分岐装置。

【請求項 3】 前記光伝送線路の入射側の端面の形状を、前記透光性媒体の出射側の端面の形状に略一致させた、ことを特徴とする請求項 1 に記載の光分岐装置。

【請求項 4】 前記光拡散部の拡散特性における広がり角を、前記透光性媒体の入射側の端面から見た出射側の端面の最大の見込み角の 3 倍以上の所定角度に設定した、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の光分岐装置。

【請求項 5】 前記透光性媒体へ信号光を入射させる複数の入射光伝送線路及び前記透光性媒体からの信号光を出射させる複数の出射光伝送線路の少なくとも一方が光ファイバで構成されている、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の光分岐装置。

【請求項 6】 電気信号を光信号に変換する光送信回路及び光信号を電気信号に変換する光受信回路を有する複数の回路基板と、各回路基板ごとに支持基板上に設置された複数の電気コネクタと、各回路基板の光送信回路が備える発光素子から出射された信号光を伝送する第 1 の光ファイバと、この第 1 の光ファイバから伝送されてきた信号光を分岐する請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載された光分岐装置と、この光分岐装置によって分岐された信号光を任意の複数の回路基板の光受信回路が備える受光素子に伝送する第 2 の光ファイバと、を含んで構成されている、ことを特徴とする光バス回路。

【請求項 7】 前記光バス回路における支持基板の表裏両面に前記電気コネクタが設置されて前記回路基板が接続可能とされている、ことを特徴とする請求項 6 に記載の光バス回路。

【請求項 8】 前記光バス回路における前記第 1 の光ファイバ、前記光分岐装置、及び前記第 2 の光ファイバの少なくとも一つが、前記三者が配設される光バス回路基板に埋設されている、

ことを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載の光バス

回路。

【請求項 9】 前記光バス回路における前記第 1 の光ファイバ及び前記第 2 の光ファイバは、光ファイバ芯線である、ことを特徴とする請求項 6 乃至請求項 8 のいずれかに記載の光バス回路。

【請求項 10】 前記光バス回路における第 1 の光ファイバ及び第 2 の光ファイバは、複数の光ファイバ芯線が束ねられたバンドルファイバである、ことを特徴とする請求項 6 乃至請求項 9 のいずれかに記載の光バス回路。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、透光性媒体に入射された信号光を複数の光伝送線路に分岐させる光分岐装置及び複数の回路基板間において光信号の伝送を担う光データバスを構成する光バス回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】近年、複数のマイクロプロセッサを結合したマルチマイクロプロセッサシステムが増加しており、このプロセッサ間のデータ伝送路として、光ファイバが用いられるようになった。光ファイバを用いて複数のプロセッサ間を接続するためには、複数の光ファイバに分岐したり、複数の光ファイバからの光信号を 1 つの光ファイバに集めたりする光スターカブラが必要となる。

【0003】この種の光スターカブラの開示例としては、特開平 7-209543 号公報に開示された導波路型光スターカブラがある。この導波路型光スターカブラでは、低コストで低損失な分岐を可能とするために、屈折率の大きい矩形板状のコア部を中央に配置すると共にその上下左右面に当該コア部よりも屈折率が小さい平面基板状の複数のクラッド部を光学的に接合することで光導波路を形成し、更に光導波路の一方の端面には複数本に分岐された光ファイバアレイを接続し、他方の端面には反射面を形成することでミキシング部を設けるようになっている。しかしながら、上記構成による場合、分岐数が増えた場合において信号光の強度を均等にしようとすると、ミキシング部の長さを十分に長くしなければならぬという問題がある。

【0004】また、低コストで低損失な分岐を可能とする別の技術として、特開平 6-265747 号公報に開示された光分岐伝送路がある。この光分岐伝送路では、発光素子とバンドル部との間に開口数の大きなレンズと開口数の小さなレンズを設ける構成をとっている。しかしながら、上記構成による場合、16 分岐の例では、中央にバンドルされた光ファイバの強度が周辺にバンドルされた光ファイバの強度に比べて高くなり、信号光の強度にバラツキが生じるという問題がある。

【0005】これに対し、分岐された信号光の強度を均

一化する技術として、特開平9-184941号公報に開示された光スターカブラがある。この光スターカブラは、概略的には、光ファイバの片端を束ねて固定しその端面を平面に形成したバンドル部と、一方の端面がバンドル部の端面に当接しコア部を覆って導波路を構成するミキシング部と、ミキシング部の他方の端面に配置された光拡散反射手段とを含んで構成されている。前記公報にはいくつかの実施例が開示されているが、そのいずれについても問題点がある。

【0006】第一の実施例では、円形のバンドル部を有し、光拡散反射手段で反射した光を閉じ込める構造となっているが、光ファイバの開口数以上に拡散された光は光ファイバに効率よく結合されない。また、束ねられた光ファイバのコア以外の部分には反射手段を設け多重反射により損失を少なく出来るとあるが、反射損失があり、多重反射すると反射損失は大きくなる。第二の実施例では、ミキシング部に屈折率分布を持たせて均一性を向上させるものであるが、屈折率分布を精度よく制御することは困難である。第三の実施例では、光ファイバを円周上に配置しミキシング部を中心からクラッド、コア、クラッドのドーナツ構造としているが、均一性を向上させるためには光ファイバから出射された光が円周上を1周以上広がる必要があり、ミキシング部の長さを長くしなければならないという問題がある。第四の実施例では、矩形のミキシング部を有する構造を取っているが、X軸とY軸の長さが違う場合にはZ軸の長さを十分に取らないと均一にすることは出来ない。第五の実施例では、第三、第四の実施例において光反射拡散手段を設けるものであるが、光ファイバの開口数以上に拡散された光は光ファイバに効率よく結合されない。

【0007】上述した従来の技術の問題点を整理すると、信号光を均一に分岐させるためにはミキシング部の長さを十分長くしなければならないという問題がある。また、均一化を向上させる手段として屈折率分布型ミキシング部を用いる方法があるが、屈折率分布を精度よく制御することは困難であり、構成の複雑化を招く。さらに、光拡散反射手段を設けた場合には、ミキシング部の長さを短く出来るが、光ファイバの開口数以上に拡散された光は光ファイバに結合されず損失となってしまうという問題がある。

【0008】一方、超大規模集積回路(VSLI)の開発により、データ処理システムで使用する回路基板(ドーターボード)の回路機能が大幅に増大してきている。回路機能が増大するにつれて各回路基板に対する信号接続数が増大するため、各回路基板間をバス構造で接続するデータバスボード(マザーボード)には多数の接続コネクタと接続線を必要とする並列アーキテクチャが採用されている。接続線の多層化と微細化により並列化を進めることにより並列バスの動作速度の向上が計られてきたが、接続配線間容量や接続配線抵抗に起因する信号遅

延により、システムの処理速度が並列バスの動作速度によって制限される。また、並列バス接続配線の高密度化による電磁ノイズ(EMI:Electromagnetic Interference)の問題等からも、光インターコネクションと呼ばれるシステム内光接続技術が検討されている。

【0009】従来提案された様々な形態の光インターコネクション技術において、発光又は受光素子が搭載された回路基板間の光データ伝送方式を行う方式として、特開平2-41042号では、各回路基板の表裏両面に発光/受光デバイスを配置し、システムフレームに組み込まれた隣接する回路基板上の発光/受光デバイス間を空間的に光で結合した、各回路基板相互間のループ伝送用の直列光データ・バスが提案されている。この方式では、ある1枚の回路基板から送られた信号光が隣接する回路基板で光/電気変換され、さらにその回路基板でもう一度電気/光変換されて、次に隣接する回路基板に信号光を送るというように、各回路基板が順次直列に配列され各回路基板上で光電気変換、電気/光変換を繰り返しながらシステムフレームに組み込まれたすべての回路基板間に伝達される。

【0010】しかしながら、前記公報に開示された技術による場合、各回路基板相互間のデータ伝送を行うために、各回路基板上に配置された受光/発光デバイスによる、自由空間を介在させた光結合を用いているため、隣接する光データ伝送路間の干渉(クロストーク)が発生しデータの伝送不良が予想される。また、システムフレーム内の環境、例えば埃などにより信号光が散乱することによりデータの伝送不良が発生することも予想される。

【0011】本発明は上記事実を考慮し、透光性媒体の長さを長くすることなく各光ファイバに対する分岐比率を概ね均一にすることができ、しかも構成の簡素化を図ることができる光分岐装置を得ること、さらには伝送損失を極力抑えることができる光分岐装置を得ること、さらにはデータの伝送不良を防止でき、光の利用効率が高く、分岐均一性が良好な光バス回路を提供することが目的である。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するた

め、請求項1記載の本発明に係る光分岐装置は、透光性媒体に入射された信号光を複数の光伝送線路に分岐させる光分岐装置であって、前記透光性媒体の入射側の端面に光拡散部を設け、当該光拡散部の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体の出射側の端面の形状に合わせ制御した、ことを特徴としている。

【0013】上記構成の本発明によれば、透光性媒体の光拡散層へ入射された信号光は、当該光拡散層によって拡散されながら、透光性媒体内を伝搬していく。透光性媒体内を伝搬した拡散信号光は、当該透光性媒体の出射側の端面から出射されて、複数の光伝送線路に分岐され

てそれぞれ入射される。これにより、信号光に担持された信号が各光伝送線路に伝送される。

【0014】ここで、本発明では、透光性媒体の入射側の端面に設けられた光拡散部の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体の出射側の端面の形状に合わせて制御したので、透光性媒体内で反射せずに出射側の端面の所定位置に到達する信号光と透光性媒体内で全反射してから出射側の端面の所定位置に到達する信号光とを重ね合わせた信号光が各光ファイバに入射される。このときの重ね合わせの程度、即ち信号光の結合強度が殆ど同じになるようにすれば、各光ファイバに概ね均一に信号光を分岐させることが可能になる。

【0015】また、本発明では、透光性媒体の入射側の端面に光拡散部を設け、入射した信号光を当該光拡散部によって拡散させることとしたので、透光性媒体の長さを短くしても、各光ファイバに対する分岐比率を概ね均一にすることができる。

【0016】さらに、本発明では、透光性媒体の入射側の端面に光拡散部を設け、当該光拡散部の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体の出射側の端面の形状に合わせて制御するという構成なので、屈折率分布を精度よく制御する従来の技術に比べて、構成の簡素化を図ることができる。

【0017】また、本発明の目的は請求項1記載の本発明を具体的に示した請求項2以下の発明によっても達成される。すなわち、請求項2記載の本発明に係る光分岐装置は、請求項1に記載の発明において、前記光拡散部の拡散特性における広がり角を、前記光伝送線路の開口数に対応して決まる損失のない所定角度以下に設定した、ことを特徴とするものである。

【0018】また、請求項3記載の本発明に係る光分岐装置は、請求項1に記載の発明において、前記光伝送線路の入射側の端面の形状を、前記透光性媒体の出射側の端面の形状に略一致させた、ことを特徴とするものである。

【0019】さらに、請求項4記載の本発明に係る光分岐装置は、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の発明において、前記光拡散部の拡散特性における広がり角を、前記透光性媒体の入射側の端面から見た出射側の端面の最大の見込み角の3倍以上の所定角度に設定した、ことを特徴とするものである。

【0020】また、請求項5記載の本発明に係る光分岐装置は、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の発明において、前記透光性媒体へ信号光を入射させる複数の入射光伝送線路及び前記透光性媒体からの信号光を出射させる複数の出射光伝送線路の少なくとも一方が光ファイバで構成されている、ことを特徴とするものである。

【0021】また、上記目的を達成するため、請求項6記載の本発明に係る光バス回路は、電気信号を光信号に変換する光送信回路及び光信号を電気信号に変換する光

受信回路を有する複数の回路基板と、各回路基板ごとに支持基板上に設置された複数の電気コネクタと、各回路基板の光送信回路が備える発光素子から出射された信号光を伝送する第1の光ファイバと、この第1の光ファイバから伝送されてきた信号光を分岐する請求項1乃至請求項5のいずれかに記載された光分岐装置と、この光分岐装置によって分岐された信号光を任意の複数の回路基板の光受信回路が備える受光素子に伝送する第2の光ファイバと、を含んで構成されている、ことを特徴としている。

【0022】上記構成の本発明によれば、各回路基板の光送信回路の発光素子から信号光が出射されると、当該信号光は第1の光ファイバを通して伝送される。伝送されてきた信号光は、上述した請求項1乃至請求項5のいずれかに記載された光分岐装置に入射される。この光分岐装置で拡散・分岐された信号光は、第2の光ファイバを通して、任意の複数の回路基板の光受信回路が備える受光素子に受光されて伝送される。

【0023】このように本発明では、光送信回路及び光受信回路を有する複数の回路基板間において、光送信回路の発光素子から出射された信号光を第1の光ファイバを介して伝送した後、光分岐装置で拡散及び分岐させ、更に当該分岐された信号光を第2の光ファイバを介して任意の複数の回路基板の光受信回路が備える受光素子に受光させて伝送させることとしたので、自由空間を介した光結合方式の従来構造に比し、隣接する光データ伝送路間の干渉（クロストーク）がなくなり、システム内の環境の影響を受ける（即ち、塵や埃などによる信号光の散乱が生じる）ことも無くなる。従って、本発明によれば、データの伝送不良を防止することができる。

【0024】また、本発明では、第1の光ファイバと第2の光ファイバとを請求項1乃至請求項5のいずれかに記載された光分岐装置で接続するため、請求項1乃至請求項5のいずれかに記載された光分岐装置が奏す作用効果はそのまま活かされる。よって、本発明によれば、光の利用効率が高く、分岐均一性が良好な光バス回路を提供することができる。

【0025】また、本発明の目的は請求項6記載の本発明を具体的に示した請求項7以下の発明によっても達成される。すなわち、請求項7記載の本発明に係る光バス回路は、請求項6に記載の発明において、前記光バス回路における支持基板の表裏両面に前記電気コネクタが設置されて前記回路基板が接続可能とされている、ことを特徴とするものである。

【0026】また、請求項8記載の本発明に係る光バス回路は、請求項6又は請求項7記載の発明において、前記光バス回路における前記第1の光ファイバ、前記光分岐装置、及び前記第2の光ファイバの少なくとも一つが、前記三者が配設される光バス回路基板に埋設されている、ことを特徴とするものである。

10

20

30

40

50

【0027】また、請求項9記載の本発明に係る光バス回路は、請求項6乃至請求項8のいずれかに記載の発明において、前記光バス回路における前記第1の光ファイバ及び前記第2の光ファイバは、光ファイバ芯線である、ことを特徴とするものである。

【0028】さらに、請求項10記載の本発明に係る光バス回路は、請求項6乃至請求項9のいずれかに記載の発明において、前記光バス回路における第1の光ファイバ及び第2の光ファイバは、複数の光ファイバ芯線が束ねられたバンドルファイバである、ことを特徴とするものである。

【0029】

【発明の実施の形態】〔第1実施形態〕以下、図1及び図2を用いて本発明の第1実施形態に係る光分岐装置10について説明する。

【0030】図1には、本実施形態に係る光分岐装置10の概略構成が斜視図にて示されている。この図に示されるように、光分岐装置10は、直方体形状の透光性媒体1を備えている。透光性媒体1の入射側の端面には、「光拡散部」としての光拡散層2が配設されている。また、透光性媒体1の出射側の端面には、合計8本の「光伝送線路」としての光ファイバ3a～3hの端部が上下各4本ずつ2段に束ねられた状態で配置されている。すなわち、本実施形態の光分岐装置10は、入射された信号光5を8分岐させる光分岐装置である。なお、本実施形態では、透光性媒体1の出射側の端面に配設する光ファイバの本数を8本にしたが、これに限らず複数本であればよい。さらに、透光性媒体1の上面及び下面並びに左側面及び右側面には、当該透光性媒体1よりも屈折率が低いクラッド層11（図2参照）がそれぞれ配設されている。これにより、クラッド層11によって包囲された透光性媒体1は、導波路を形成するコア部として機能する。

【0031】ここで、本実施形態では、上述した光拡散層2の拡散特性における広がり角が透光性媒体1の出射側の端面の形状に合わせて制御されている。より具体的に説明すると、本実施形態では、透光性媒体1の出射側の端面の形状が、幅方向（左右方向）の長さが厚さ方向（上下方向）の長さの2倍である矩形状をなしていることから、左右方向と上下方向とで異なる拡散特性（即ち、左右方向への拡散による広がり角が上下方向への拡散による広がり角の2倍となるような拡散特性）を示す光拡散層2が用いられている。さらに、言及すると、光拡散層2の拡散特性における広がり角は、光ファイバ3a～3hの開口数に対応して決まる損失のない所定角度以下となるように設定されている。例えば、光ファイバ3a～3hの開口数NAが0.5であれば、光拡散層2の拡散特性における広がり角は30度以下となるように設定される。

【0032】なお、上記のような個別制御が可能な光拡

散層2としては、例えば、LSD（Physical Optics Corporation 製）などがある。或るいは、このような上下方向と左右方向とで異なる拡散特性を示す光拡散層2は、米国特許5,365,354号に開示されているような位相体積型ホログラム媒体にビーム形状が長方形のスペckルパターンを記録する方法などによって得ることができる。

【0033】次に、本実施形態の作用並びに効果について説明する。

【0034】透光性媒体1の光拡散層2へ入射された信号光5は、当該光拡散層2によって左右方向及び上下方向へ拡散されながら、透光性媒体1内を伝搬していく。透光性媒体1内を伝搬した拡散信号光51は、当該透光性媒体1の出射側の端面から出射されて、8本の光ファイバ3a～3hに分岐されてそれぞれ入射される。これにより、信号光5に担持された信号が各光ファイバ3a～3hに伝送される。

【0035】ここで、光拡散層2によって拡散された信号光5の左右方向への広がり角が透光性媒体1の出射側の端面の左右方向の長さよりも大きければ、図2（A）に示される如く、光拡散層2によって左右に拡散された信号光5は、少なくとも1回は透光性媒体1と左右のクラッド層11との界面で全反射されることになる。よって、光拡散層2によって拡散された信号光5の左右方向への広がり角を適宜選択することにより、複数の方向に拡散された信号光5が各光ファイバ3a～3hに均等に入射され、各光ファイバ3a～3hでの結合強度を殆ど同じにすることができる。

【0036】一方、透光性媒体1の出射側の端面の上下方向の長さは左右方向の長さの1/2である。しかし、この場合においても、光拡散層2によって拡散された拡散信号光51の上下方向への広がり角が透光性媒体1の出射側の端面の上下方向の長さよりも大きければ、図2（B）に示される如く、光拡散層2によって上下に拡散された拡散信号光51は、少なくとも1回は透光性媒体1の上下のクラッド層11との界面で反射されることになる。よって、光拡散層2によって拡散された拡散信号光51の上下方向への広がり角を適宜選択することにより、複数の方向に拡散された拡散信号光51が各光ファイバ3a～3hに均等に入射され、各光ファイバ3a～3hでの結合強度を殆ど同じにすることができる。

【0037】その結果、本実施形態によれば、各光ファイバ3a～3hに対する分岐比率を均一にすることができる。また、本実施形態では、透光性媒体1の入射側の端面に光拡散層2を設け、入射した信号光5を当該光拡散層2によって拡散させることとしたので、各光ファイバ3a～3hに対する分岐比率の均一化を図るために透光性媒体1の長手方向の寸法を長くする必要もない。すなわち、本実施形態によれば、透光性媒体1の長手方向の寸法を短くすることができる。さらに、本実施形態で

は、透光性媒体1の入射側の端面に光拡散層2を設け、当該光拡散層2の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体1の出射側の端面の形状に合わせて制御するという構成なので、屈折率分布を精度よく制御する従来の技術に比べて、構成の簡素化を図ることができる。加えて、これらの効果が得られることにより、本実施形態によれば、光分岐装置10の小型化をも図ることが可能となる。

【0038】また、本実施形態では、光拡散層2の拡散特性における広がり角を、光ファイバ3a~3hの開口数に対応して決まる損失のない所定角度以下となるように設定したので、伝送損失を極力抑えることができる。つまり、透光性媒体1の出射側の端面から出射された信号光5が、仮に光ファイバ3a~3hの開口数に対応して決まる損失のない所定角度を超えて入射されると、その信号光5は光ファイバ3a~3hに入射されても再び光ファイバ3a~3hから放出されてしまう。この放出された信号光5は伝送損失となる。しかし、本実施形態のように、光拡散層2の拡散特性における広がり角を、光ファイバ3a~3hの開口数に対応して決まる損失のない所定角度以下となるように設定すれば、当該光ファイバ3a~3h内へ入射された信号光5が放出されることなく光ファイバ3a~3h内を伝搬していく。よって、本実施形態によれば、上記の如く伝送損失を極力抑えることができる。

【0039】〔第2実施形態〕次に、図3を用いて、本発明の第2実施形態について説明する。この第2実施形態は基本的には前述した第1実施形態の説明の中で説明し得る内容であるが、作用・効果をより分かりやすくするために第2実施形態として書き起こしたものである。

【0040】図3に示されるように、この実施形態は、透光性媒体1の入射側の端面から見た出射側の端面の最大の見込み角を $\theta$ とした場合に、光拡散層2によって拡散される拡散信号光51の左右方向への広がり角 $\theta'$ が前記見込み角 $\theta$ の3倍以上の所定角度に設定されていることが望ましい、ということを主たる内容とするものである。

【0041】上記のように光拡散層2によって拡散される拡散信号光51の左右方向への広がり角 $\theta'$ を見込み角 $\theta$ の3倍以上の所定角度に設定した場合、光拡散層2によって左右に拡散された拡散信号光51は、少なくとも1回は透光性媒体1と左右のクラッド層11との界面で全反射されて出射側の端面から出射される。このとき、仮に広がり角 $\theta'$ が $3\theta$ より小さい角度の場合には、8本ある光ファイバ3a~3hのうち、真ん中側での結合強度が強くなり、周辺側での結合強度が弱くなる傾向になり、結合強度の均一化が図れなくなる。これに対して、広がり角 $\theta'$ を $3\theta$ とした場合には、前述した第1実施形態の図2(A)を用いて説明すると、光ファイバ3bに入射される拡散信号光51について着目した

とすれば、左右のクラッド層11との界面で反射せずに出射側の端面の所定位置（即ち、光ファイバ3bの配置位置）に到達する1本の拡散信号光（直接入射光）51aと左右のクラッド層11との界面で全反射してから当該所定位置に到達する2本の拡散信号光（全反射入射光）51b、51cとを重ね合わせた合計3本の拡散信号光51a~51cが光ファイバ3bに入射される。他の光ファイバ3a、3c~3hについても全く同様である。よって、このようにすれば、各光ファイバ3a~3hでの結合強度を均一にすることができる。その結果、本実施形態によれば、入射した信号光5の均一な分岐が可能となる。なお、広がり角 $\theta$ を $3\theta$ よりも大きくした場合はどうかというと、結合強度は殆ど均一になる、即ち効果としては同等の効果が得られることが実験的に判っている。

【0042】上記においては、左右方向への拡散信号光51の広がりについてのみ説明したが、上下方向への拡散信号光51の広がりについても同様に広がり角と見込み角との関係を設定すれば、同様の効果が得られる。

【0043】以上説明してきた第1実施形態と第2実施形態を総括的に観た場合、透光性媒体1の入射側の端面に光拡散層2を設けて、当該光拡散層2の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体1の出射側の端面の形状に合わせて制御することにより、透光性媒体1の長さを長くすることなく各光ファイバ3a~3hに対する分岐比率を概ね均一にすることができ、しかも構成の簡素化を図ることができるという効果が得られ、より好ましい制御の仕方として、光拡散層2の拡散特性における広がり角を光ファイバ3a~3hの開口数に対応して決まる損失の無い所定角度以下に設定し、更に光拡散層2の拡散特性における広がり角 $\theta'$ を出射側の端面の最大の見込み角 $\theta$ の3倍以上の所定角度に設定することにより、伝送損失を最小限に抑えかつ分岐比率の均一化の精度をより一層高めることができるということになる。

【0044】〔第3実施形態〕次に、図4を用いて、本発明の第3実施形態について説明する。なお、前述した実施形態と同一構成部分については、同一番号を付してその説明を省略することにする。

【0045】図4に示されるように、この実施形態では、「光伝送線路」としての光ファイバ3a'~3h'の構成に特徴がある。具体的に説明すると、光ファイバ3a'~3h'の端面31a'~31h'は、透光性媒体1の出射側の端面の形状（矩形）を8等分した方形に形成されている。

【0046】上記構成によれば、透光性媒体1の出射側の端面の形状と光ファイバ3a'~3h'の端面31a'~31h'のトータル形状とが完全に一致するので、出射側の端面から出射された信号光5はすべて光ファイバ3a~3hの端面31a'~31h'に入射される。つまり、前述した第1実施形態等においては、光フ

ファイバ3a～3hの端面の形状が円形であったため、隙間7(図1参照)から信号光5が漏れ出るが、本実施形態ではそのような漏れがなくなる。このため、本実施形態によれば、伝送損失をより一層少なくすることができ

る。  
【0047】〔第4実施形態〕次に、図5～図12を用いて、本発明の第4実施形態について説明する。なお、前述した実施形態と同一構成部分については、同一番号を付してその説明を省略することにする。

【0048】図5には本実施形態に係る光バス回路1000の概略構成が斜視図にて示されており、又図6には当該光バス回路1000の要部が拡大して示されている。これらの図に示されるように、光バス回路1000の支持基板100の所定位置には、前述した実施形態において説明した複数の光分岐装置10が搭載された光データバス300が固定されている。なお、本実施形態では、前述した実施形態において説明した光分岐装置10に対する入射光伝送線路及び出射光伝送線路のいずれもが光ファイバ30で構成されている。

【0049】また、支持基板100上の所定位置には複数の電気コネクタ200が所定の間隔で並設されており、これらの電気コネクタ200には光データバス300によって光学的に接続された複数の回路基板500、501、502、503が装着(電氣的に接続)されている。さらに、支持基板100上の所定位置には、電子回路400が設置されている他、電源ラインや電気信号伝送用の電気配線(図示省略)が設けられており、これらの電気配線は電気コネクタ200を介して装着された回路基板500、501、502、503上の電子回路(図示省略)と電氣的に接続されている。

【0050】また、各回路基板500、501、502、503は、電気信号を光信号に変換する「光送信回路」としての電気・光変換回路600及び光信号を電気信号に変換する「光受信回路」としての光・電気変換回路700をそれぞれ備えている。前者の電気・光変換回路600は、一例として、「発光素子」としてのレーザダイオード601と、レーザダイオード駆動回路602とで構成されている。また、後者の光・電気変換回路700は、一例として、「受光素子」としてのフォトダイオード701と、フォトダイオード駆動回路702と、フォトダイオード701での受光信号をロジック信号として変換できるレベルまで増幅する増幅回路703とで構成されている。

【0051】以上が本実施形態に係る光バス回路1000の全体構成の概略であるが、更に以下に各部の詳細構成について説明を加えることにする。

【0052】図5に示される光バス回路1000は、接続される回路基板数が4枚でチャンネル数(ビット数)が4の場合を示しており、このような複数のチャンネル数でバスを構成する場合に、前述した実施形態において説明

した光分岐装置10が複数個用いられる。

【0053】また、チャンネル数が4であることに対応して、図7に示されるように、光データバス300は、光分岐装置10を搭載した光バス回路基板800を4枚積層することにより構成されている。積層された各々の光バス回路基板800は、スペーサ900によって適切な間隔で接続されている。

【0054】さらに、図8に示されるように、各光バス回路基板800には、プラスチック光ファイバ芯線33と光分岐装置10とが埋め込まれている。プラスチック光ファイバ芯線33としては、例えば直径が1mmのプラスチック光ファイバ芯線が使用されている。なお、「光ファイバ芯線」とは、光ファイバから被覆層を取り除いた芯材そのものをいう。また、光分岐装置10としては、例えばLSD0.2×40PC10-8(拡散光の厚さ方向の広がり角が0.2°、幅方向の広がり角が40°)の光拡散層2が使用され、又例えば4mm×20mm×1mm(w×l×t)の大きさの透光性媒体1が使用されている。さらに、光バス回路基板800としては、例えば厚さ3mm程度のアクリル基板が用いられ、当該光バス回路基板800の表面を切削加工することにより、プラスチック光ファイバ芯線33及び光分岐装置10が配置される深さが1mmで幅が1mm乃至4mmの溝803(図9及び図10参照)が形成されている。

【0055】より具体的に説明すると、光バス回路基板800の平面図である図9及び当該光バス回路基板800のA-A'、B-B'、C-C'、D-D'断面図である図10に示されるように、プラスチック光ファイバ芯線33が配置される溝803の屈曲部801は、曲率半径15mm程度に設定されており、この屈曲部801での信号光の損失は殆ど無い。また、光バス回路基板800には、矩形状の穴部802が設けられており、図7に示されるように、複数の光バス回路基板800が積層された場合、この穴部802を通して下層に位置する光バス回路基板800のプラスチック光ファイバ芯線33が複数の回路基板500、501、502、503に導かれるようになっている。

【0056】次に、本実施形態の作用並びに効果について説明する。

【0057】各回路基板500、501、502、503をそれぞれに対応する電気コネクタ200に装着すると、各レーザダイオード601と各フォトダイオード701とが光データバス300を介して光学的に結合される。従って、任意の或るレーザダイオード601から出射された信号光は光データバス300に入射され、複数のフォトダイオード701に受光される。この構成により、複数ビットから成る並列光信号の送受信や各々のビットで独立した同時送受信が可能となる。

【0058】図12の模式図を使って具体的に説明する

と、入射ノードA1、B1、C1、D1からの電気信号は、各回路基板500、501、502、503にそれぞれ配設された電気・光変換回路600で処理されて光信号に変換される。すなわち、レーザダイオード駆動回路602が起動された後、レーザダイオード601からデータが担持された信号光が発光(出射)される。かかる信号光は、入射信号線(入射光伝送線路)を構成する「第1の光ファイバ」としての光ファイバ31を経由した後、光分岐装置10の端面に配置された光拡散層2へ入射される。光拡散層2では入射信号光を拡散・分岐し、これを透光性媒体1へ入射する。透光性媒体1を透過した信号光は、出射信号線(出射光伝送線路)を構成する「第2の光ファイバ」としての光ファイバ32を経由した後、各回路基板500、501、502、503にそれぞれ配設された光・電気変換回路700で処理されて再び電気信号に変換される。すなわち、光ファイバ32を経由した信号光はフォトダイオード701で受光され、これによりフォトダイオード駆動回路702が起動され、更に増幅回路703で受光信号をロジック信号として変換できる所定レベルまで増幅される。このようにして光・電気変換されて増幅された電気信号は、出射ノードA2、B2、C2、D2に導かれる。

【0059】例えば、入射ノードA1からの信号光は、光分岐装置10により、出射ノードA2、B2、C2、D2に伝送される(入射ノードB1、C1、D1についても同様)。このとき、光分岐装置10は、1つの入射ノードから信号光を光の拡散を利用することにより複数の出射ノードに同じ信号を伝送する光バスとして機能し、全体として、各回路基板500、501、502、503のバス接続を可能としている。

【0060】このように本実施形態では、電気・光変換回路600及び光・電気変換回路700を有する複数の回路基板500、501、502、503間において、電気・光変換回路600のレーザダイオード601から出射された信号光を(第1の)光ファイバ31を介して伝送した後、光分岐装置10で拡散及び分岐させ、更に当該分岐された信号光を(第2の)光ファイバ32を介して任意の複数の回路基板500、501、502、503の光・電気変換回路700が備えるフォトダイオード701に受光させて伝送させることとしたので、自由空間を介した光結合方式の従来構造に比し、隣接する光データ伝送路間の干渉(クロストーク)が無くなり、システム内の環境の影響を受ける(即ち、塵や埃などによる信号光の散乱が生じる)ことも無くなる。従って、本実施形態によれば、データの伝送不良を防止することができる。

【0061】また、本実施形態では、(第1の)光ファイバ31と(第2の)光ファイバ32とを前述した実施形態で説明した光分岐装置10で接続したので、当該光分岐装置10が奏す作用効果はそのまま活かされる。よ

って、本実施形態によれば、光の利用効率が高く、分岐均一性が良好な光バス回路を提供することができる。図11には本実施形態における光バス回路基板800に実装された光分岐装置10の伝送特性(出力均一性)の一例が示されており、このグラフから判るように、出力均一性(4本の入射光ファイバからの信号光が分岐され、各出射位置での光ファイバからの信号光の出射光量均一性)は7%程度と非常に良好である。

【0062】また、本実施形態では、光バス回路基板800の表面に溝803を形成し、当該溝803にプラスチック光ファイバ芯線33を埋設させる構成としたので、プラスチック光ファイバ芯線33を曲げて配策することが可能となる。つまり、プラスチック光ファイバ芯線33は本来的には直線状の部材であるため、曲げると弾性復元力によって元の状態に戻ろうとする。このため、光バス回路基板800の表面にプラスチック光ファイバ芯線33を載せた状態で配策する場合には、プラスチック光ファイバ芯線33を曲げた状態で保持するための留め具が必要となる。しかし、本実施形態のように、光バス回路基板800の表面に屈曲部801を含んだ溝803を形成しておけば、留め具を用いなくても、プラスチック光ファイバ芯線33を任意の曲率半径で曲げた状態で保持することができる。加えて、光バス回路基板800に形成された溝803にプラスチック光ファイバ芯線33を挿入して埋め込むことにより、光バス回路基板800の表面にプラスチック光ファイバ芯線33を載せて配策する場合よりも、装置の小型化・コンパクト化を図ることができる。

【0063】さらに、本実施形態では、(第1の)光ファイバ31及び(第2の)光ファイバ32としてプラスチック光ファイバ芯線33を用いたので、被覆層が無い分、例えば本実施形態のように4本並べたときの幅方向寸法及び高さ方向寸法を短くすることができ、これに伴って光分岐装置10の幅方向寸法及び高さ方向寸法(厚さ)も短くすることができる。よって、本実施形態によれば、装置の小型化・コンパクト化を図ることができる。

【0064】加えて、本実施形態では、直径が1mmのプラスチック光ファイバ芯線33を用いたので、光バス回路基板800は、100mm×150mm(w×l)程度の大きさになるが、直径がより小さいプラスチック光ファイバ芯線33を用いることで、装置の小型化・コンパクト化をより一層図ることができる。つまり、プラスチック光ファイバ芯線33の屈曲部801における損失を生じない屈曲半径はプラスチック光ファイバ芯線33の線径で決まることから、例えば、0.5mmのプラスチック光ファイバ芯線33を用いた場合、光バス回路基板800は、80mm×120mm(w×l)程度で構成できる。

【0065】この点につき補足すると、本実施形態で



は、プラスチック光ファイバ芯線 33 を並列配置する構成を採ったが、これに限らず、プラスチック光ファイバ芯線 33 が束ねられたバンドルファイバを用いてもよい。この場合、例えば直径が 0.1 mm のプラスチック光ファイバ芯線 33 が束ねられたバンドルファイバを用いることで、屈曲部 801 での信号光を損失すること無く、微小な屈曲部 801 が設計可能（曲率半径：1.5 mm 程度）となり、更なる装置の小型化・コンパクト化を実現できる。

【0066】先行技術文献との比較における、上述した効果以外の本実施形態の効果について付言すると、従来技術として挙げた特開平 2-41042 号公報に開示された技術は、回路基板上の発光／受光デバイス間を自由空間を介して結合した直列光データバスであり、光／電気変換と電気／光変換とを繰り返しながらすべての回路基板上に順次伝送する方式であるため、信号伝達速度は各回路基板上に配置された発光／受光デバイスの光／電気変換速度及び電気／光変換速度に依存すると同時にその制約を受ける不利があるが、本実施形態では、各回路基板 500、501、502、503 間を光ファイバ 31、光分岐装置 10、光ファイバ 32 の三者で直接的に繋ぐ構成であるため、このような不利は本来的に招かない。

【0067】また、特開昭 61-196210 号公報には、発光又は受光素子が搭載された回路基板間を光学的に結合するため、透明なプレート表面に配置された回折格子、反射素子により構成された光路を介してデータ伝送を行う方式が開示されている。この方式による場合、1 点から発せられた光を固定された 1 点にしか接続できない不利があるが、本実施形態によれば、全ての回路基板 500、501、502、503 間を網羅的に接続することができる点で伝送方式としては非常に優れている。

【0068】なお、本実施形態では、プラスチック光ファイバ芯線 33 を用いたが、これに限らず、プラスチック光ファイバ芯線の周りにポリエチレン等の被覆が施された光ファイバケーブルを用いても良く、また光ファイバの材質として、ガラスファイバ等を用いても良い。

【0069】また、本実施形態では、支持基板 100 の片面に 4 個の電気コネクタ 200 を配設し、当該電気コネクタ 200 に 4 枚の回路基板 500、501、502、503 を接続する構成を採ったが、これに限らず、支持基板 100 の両面に電気コネクタ 200 を例えば 2 個ずつ配設（分配）し、片側の電気コネクタ 200 には回路基板 500、501 を接続し、反対側の電気コネクタ 200 には回路基板 502、503 を接続するようにしてもよい。この場合、部品レイアウトの関係で、支持基板 100 の片面側にのみスペースがあるときは前者の構成を選択し、支持基板 100 の両面側にスペースがあるときは後者の構成を選択すればよく、選択の自由度を

高めることができるという利点がある。

【0070】さらに、本実施形態では、光バス回路基板 800 に溝 803 を形成し、光ファイバ 31、光分岐装置 10、光ファイバ 32 のすべてを当該溝 803 内に埋設する構成を採ったが、これに限らず、前記三者の少なくとも一つが溝 803 内に埋設されていればよい。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る光分岐装置は、透光性媒体の入射側の端面に光拡散部を設け、当該光拡散部の拡散特性における広がり角を当該透光性媒体の出射側の端面の形状に合わせて制御することとしたので、透光性媒体の長さを長くすることなく各光ファイバに対する分岐比率を概ね均一にすることができ、しかも構成の簡素化を図ることができるという優れた効果を有する。

【0072】また、本発明に係る光バス回路は、発光素子から出射された信号光を送る第 1 の光ファイバと受光素子に信号光を受光させて送る第 2 の光ファイバとを本発明に係る光分岐装置によって接続したので、任意の回路基板間での信号伝送が可能となるだけでなく、データの伝送不良を防止することができ、更には光の利用効率が高く、分岐均一性を良好にすることができるという優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 実施形態に係る光分岐装置の斜視図である。

【図 2】 図 1 に示される光分岐装置の平面図および縦断面図である。

【図 3】 第 2 実施形態に係る光分岐装置の平面図である。

【図 4】 第 3 実施形態に係る光分岐装置の斜視図である。

【図 5】 第 4 実施形態に係る光バス回路の斜視図である。

【図 6】 第 4 実施形態に係る光バス回路の要部拡大図である。

【図 7】 図 6 に示される光データバスの拡大斜視図である。

【図 8】 図 7 に示される光分岐装置が搭載された光バス回路基板の拡大斜視図である。

【図 9】 第 4 実施形態に係る光バス回路基板の平面図である。

【図 10】 図 9 に示される光バス回路基板の適宜部位での断面図である。

【図 11】 第 4 実施形態に係る光分岐装置の伝送特性（出力均一性）の一例を示すグラフである。

【図 12】 第 4 実施形態に係る光データバスの作動を説明するための概略構成図である。

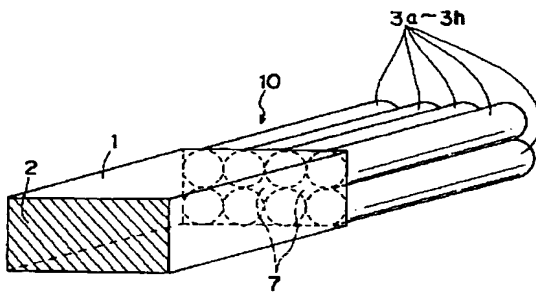
【符号の説明】

1 透光性媒体

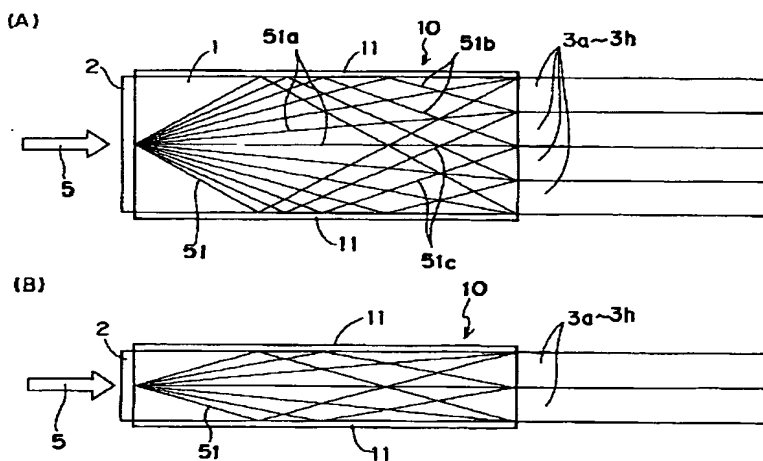
- 2 光拡散層  
 3a、3a' 光ファイバ  
 3b、3b' 光ファイバ  
 3c、3c' 光ファイバ  
 3d、3d' 光ファイバ  
 3e、3e' 光ファイバ  
 3f、3f' 光ファイバ  
 3g、3g' 光ファイバ  
 3h、3h' 光ファイバ  
 30、31、32 光ファイバ  
 33 プラスチック光ファイバ心線  
 5 信号光

- \* 10 光分岐装置  
 11 クラッド層  
 100 支持基板  
 200 電気コネクタ  
 500、501、502、503 回路基板  
 600 電気・光変換回路（光送信回路）  
 601 レーザダイオード（発光素子）  
 700 光・電気変換回路（光受信回路）  
 701 フォトダイオード（受光素子）  
 10 800 光バス回路基板  
 803 溝  
 \* 1000 光バス回路

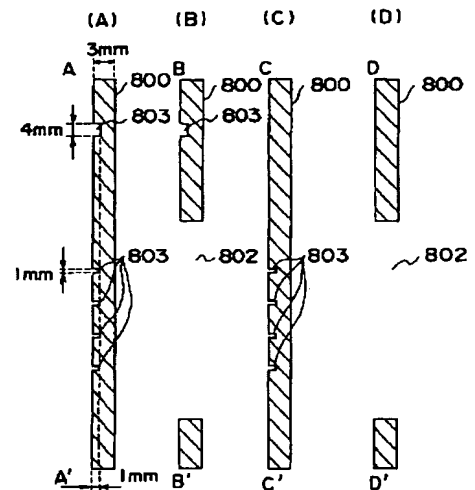
【図1】



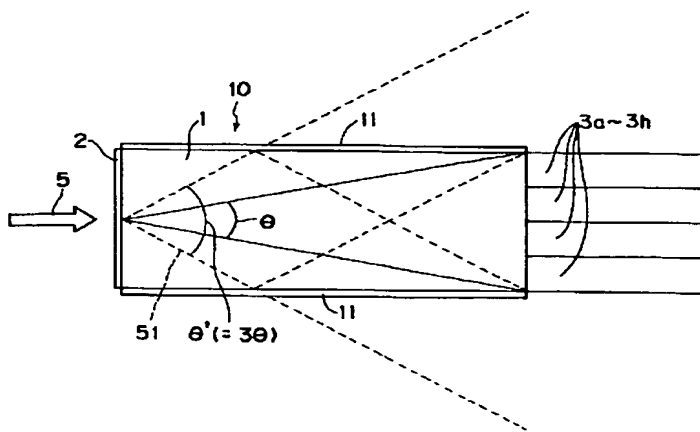
【図2】



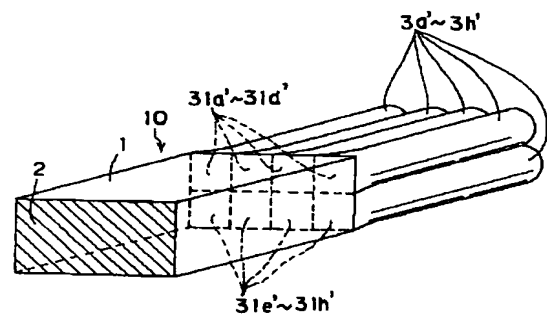
【図10】



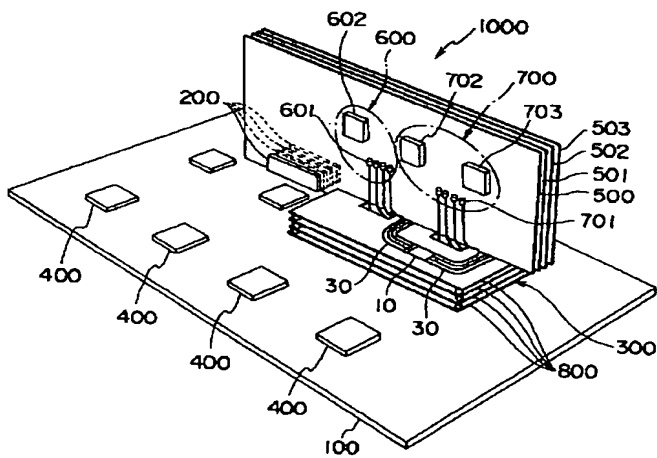
【図3】



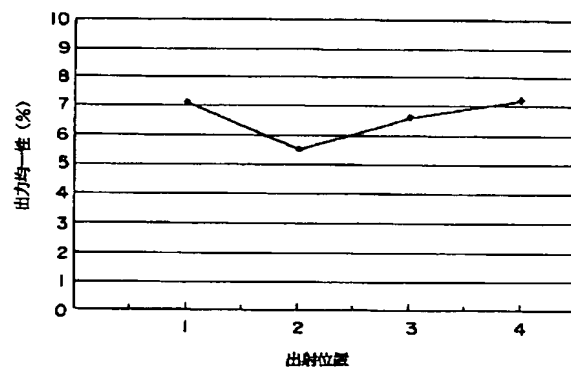
【図4】



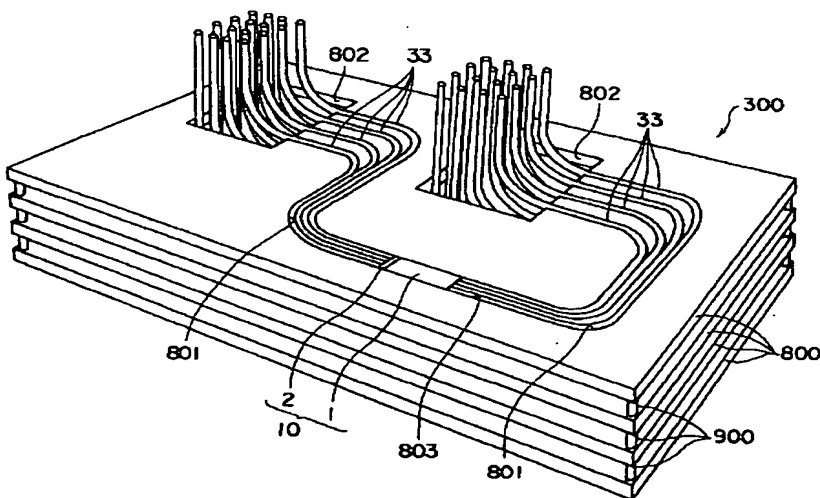
【図5】



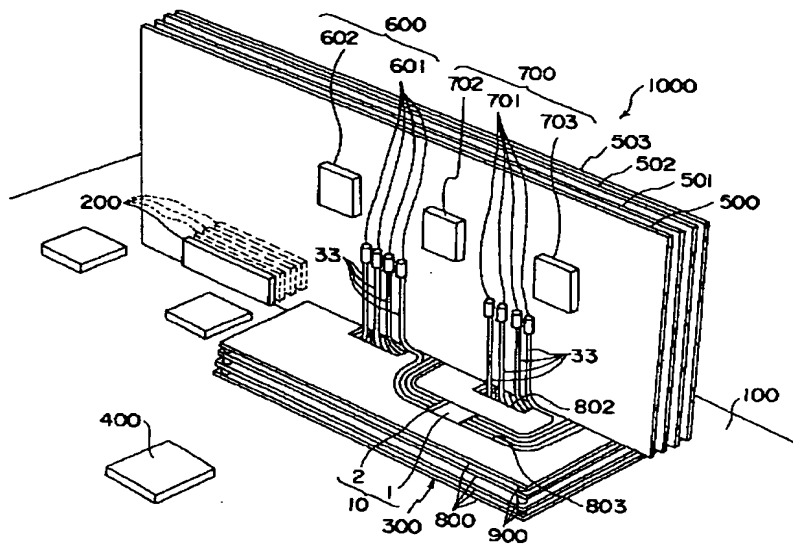
【図11】



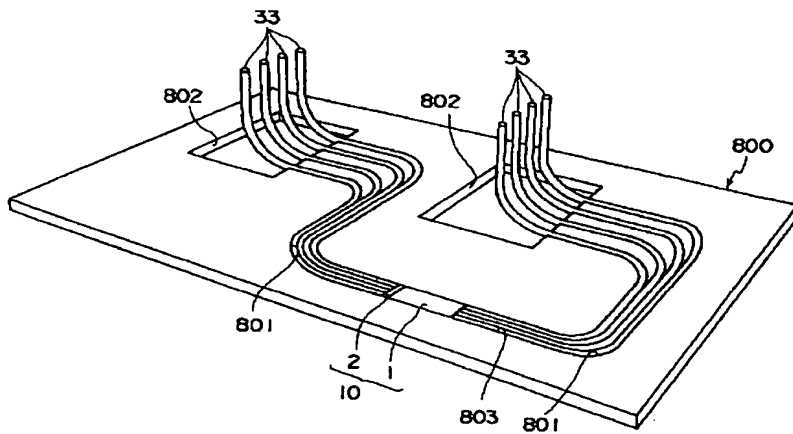
【図7】



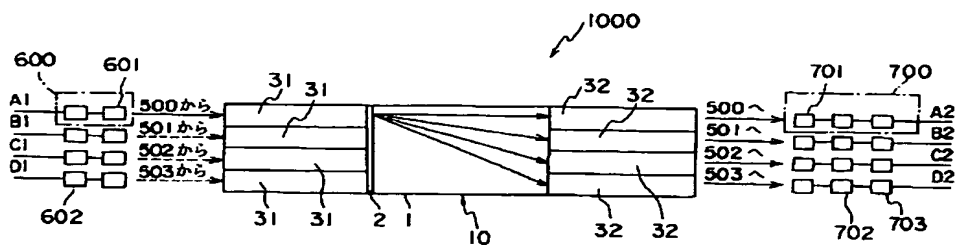
【図6】



【図8】



【図12】



(72)発明者 岡田 純二  
神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 経塚 信也  
神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 山田 秀則  
神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい富士ゼロックス株式会社内